

AL

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-228504
 (43)Date of publication of application : 09.10.1991

(51)Int.Cl. B23B 27/20
 C30B 29/04

(21)Application number : 02-115159
 (22)Date of filing : 02.05.1990

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
 (72)Inventor : TANAKA KATSUYUKI
 YOSHIDA AKIHITO
 URAKAWA NOBUO
 TSUJI KAZUO

(30)Priority

Priority number : 40115312	Priority date : 15.06.1989	Priority country : JP
40124262	18.09.1989	
40131157	30.11.1989	JP

JP

(54) DIAMOND TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To prolong the service life of the above diamond tool by adding boron with or without nitrogen to a synthetic diamond single crystal tool so as to enhance the wear-resistance, the heat-resistance and the acid-resistance, and by restraining abrasion of an accurate cutting tool, a dresser, a drawing die or the like.

CONSTITUTION: 1 to 500ppm of nitrogen is added, for enhancing the wear-resistance, to synthetic diamond single crystal, and 0.1 to 500ppm of boron is added, for enhancing the heat-resistance and the acid-resistance, thereto so as to obtain a diamond tool. This diamond tool used as a dresser, a drawing die or the like, has a less tool abrasion and a long use life by preventing the diamond component thereof from being oxidized by a tool abrasion caused from a mechanical contact and by a frictional heat caused from contact between the tool and a surface to be finished.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

USPS EXPRESS MAIL
 ED 636 851 893 US
 MAR 17 2006

AL

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
② 公開特許公報 (A) 平3-228504

③ Int. Cl.^{*}
B 23 B 27/20
C 30 B 29/04

識別記号 庁内整理番号
W 7632-3C
W 7158-4G

④ 公開 平成3年(1991)10月9日

審査請求 未請求 請求項の数 14 (全12頁)

⑤ 発明の名称 ダイヤモンド工具

⑥ 特願 平2-115159
⑦ 出願 平2(1990)5月2日

優先権主張 ⑧ 平1(1989)6月15日 ⑨ 日本(JP) ⑩ 特願 平1-153126

⑪ 発明者 田中 克享 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑪ 発明者 吉田 晃人 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑪ 発明者 浦川 信夫 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑪ 出願人 住友電気工業株式会社

⑫ 代理人 弁理士 内田 明 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

外2名

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

ダイヤモンド工具

2. 特許請求の範囲

- (1) 工具を構成する合成ダイヤモンド単結晶がホウ素を含むことを特徴とするダイヤモンド工具。
(2) ホウ素の含有量が 0.1 ppm ~ 500 ppm であることを特徴とする請求項(1)記載のダイヤモンド工具。
(3) 工具を構成する合成ダイヤモンド単結晶が窒素及びホウ素を含むことを特徴とするダイヤモンド工具。
(4) 窒素の含有量が 1 ppm ~ 500 ppm でありかつホウ素の含有量が 0.1 ppm ~ 500 ppm であることを特徴とする請求項(3)記載のダイヤモンド工具。
(5) 窒素の含有量が 3 ppm ~ 100 ppm でありかつホウ素の含有量が 0.1 ppm ~ 100 ppm であることを特徴とする請求項(4)記載のダイ

ヤモンド工具。

- (6) シャンクにブランクを固着してなる切削工具において、ブランクがホウ素 0.1 ppm ~ 500 ppm を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって刃先を成形したものであるダイヤモンド工具。
(7) ブランク外周部が金属製の支持体に固定されてなる耐摩工具においてブランクがホウ素 0.1 ppm ~ 500 ppm を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって工具形状を成形したものであるダイヤモンド工具。
(8) ブランクが金属製の支持体に埋め込まれることにより固定されるドレッサーにおいてブランクがホウ素 0.1 ppm ~ 500 ppm を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって所望の形状に成形したものであるダイヤモンド工具。
(9) シャンクにブランクを固着してなる切削工具において、ブランクが窒素 1 ppm ~ 500 ppm およびホウ素 0.1 ppm ~ 500 ppm を含

有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって刃先を成形したものであるダイヤモンド工具。

⑩ ブランク外周部が金属製の支持体に固定されてなる研磨工具においてブランクが窒素 $1 \text{ ppm} \sim 500 \text{ ppm}$ およびホウ素 $0.1 \text{ ppm} \sim 500 \text{ ppm}$ を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって工具形状を成形したものであるダイヤモンド工具。

⑪ ブランクが金属製の支持体に埋め込まれることにより固定されるドレッサーにおいてブランクが窒素 $1 \text{ ppm} \sim 500 \text{ ppm}$ およびホウ素 $0.1 \text{ ppm} \sim 500 \text{ ppm}$ を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって所望の形状に成形したものであるダイヤモンド工具。

⑫ シャンクにブランクを固着してなる切削工具において、ブランクが窒素 $3 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ およびホウ素 $0.1 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって刃先を成形したものであるダイヤモンド工具。

アルミニウム、銅、あるいはプラスチック等の軟質材料部品を高精度に切削する精密加工又は超精密加工に用いられる合成ダイヤモンド単結晶バイトに関するものである。

〔従来の技術〕

従来、精密あるいは超精密バイト等の工具に用いられるダイヤモンド単結晶として天然ダイヤモンド、合成ダイヤモンドが使用されていたが、これらのダイヤモンドには共に不純物として窒素は含まれているもののホウ素については全く含まれていなかった。

ダイヤモンドバイトについてみると、従来、アルミニウムや銅等の非鉄金属あるいはプラスチック等の軟質材料を、ダイヤモンドバイトを用いて高精度に切削する精密ないし超精密加工においては、ダイヤモンドバイトが摩耗しやすく、寿命が短いと云う欠点があった。切削により工具刃先部に摩耗を生じ、これによって、被削面の面粗さが劣化すること、切削抵抗が大きくなること等の現象を引き起こし、工具寿命が

具。

⑬ ブランク外周部が金属製の支持体に固定されてなる研磨工具においてブランクが窒素 $3 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ およびホウ素 $0.1 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって工具形状を成形したものであるダイヤモンド工具。

⑭ ブランクが金属製の支持体に埋め込まれることにより固定されるドレッサーにおいてブランクが窒素 $3 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ およびホウ素 $0.1 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ を含有する合成ダイヤモンド単結晶を研磨によって所望の形状に成形したものであるダイヤモンド工具。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はダイヤモンド工具、特に切削工具の切刃を構成するダイヤモンドバイト、砥石の成形、ドレッシングに用いられるダイヤモンドドレッサー、伸縮に用いられる繊引きダイス等に関する。より詳細には本発明は、非鉄金属であ

短くなることの原因となっていた。

即ち、第5図に示す如く、軟質材料の被削材1をダイヤモンドバイト2で切削すると、削り取られた切粉4がダイヤモンドバイト2のすくい面3に接触しながら高速で連続的に滑り、このときの摩擦熱及び自身の熱により、すくい面3が部分的に軟化されて第6図に示すクレータ摩耗5が発生する。クレータ摩耗5が大きくなると切粉4がすくい面3上を滑りにくくなるため、切削抵抗が大きくなったり、切粉4が被削面を傷つけ面粗さを劣化させるようになる。

又、ダイヤモンドバイト2の刃先部7も、被削材1との摩擦熱や繊維的摩耗により第7図に8として示す如く摩耗し、その結果切削抵抗が大きくなったり、所望の切削精度が得られなくなる。同様にダイヤモンドドレッサー、繊引きダイスに關しても摩耗により所望の形状精度、繊型が得られ難くなる。

一方、ダイヤモンドバイトとして用いられる

特開平3-228504(3)

大型のダイヤモンド単結晶の合成は、例えば米国特許第3297407号、第4034068号及び第4073380号明細書や特開昭52-88289号公報に開示されているように、種結晶上に単結晶を成長させる温度差法が一般的である。これらの方針により合成されたダイヤモンド単結晶には原料に含まれる窒素が不純物として含有されていることは古くから知られている。

又、合成ダイヤモンド単結晶にホウ素を添加する技術は、米国特許第4042673号及び第4082185号明細書等に開示されている。しかし、かかるホウ素の添加はダイヤモンドをn型半導体としたり、装飾用として青色に着色する目的で行なわれ、切削工具分野で切削特性との関連で研究されたことは無かった。

また、放電加工により所定の形状を正確にかつ高能率で加工しうるダイヤモンド工具とするためホウ素を添加して抵抗率を下げたダイヤモンド単結晶が提案されている(特開昭58-1

26003号公報)が、機械的特性の改善については記載されていない。

【発明が解決しようとする課題】

従来、ダイヤモンドペイトの場合アルミニウム、銅、プラスチック等の被削材の切削においては、切削により工具刃先部に摩耗を生じ、これによって、被削面の面粗さが劣化すること、切削抵抗が大きくなること等の現象を引き起こし、工具寿命の原因となっていた。またダイヤモンドドレッサー、線引きダイスも同様に摩耗によって工具寿命に至っていた。

本発明はかかる従来の事情に鑑み、軟質材料等の高精度切削時における摩耗、砥石のドレッシング時の摩耗、伸縮時の摩耗等を減少させ、従来よりも工具寿命を改善したダイヤモンド工具を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、軟質材料の高精度切削時におけるダイヤモンドペイトのクレータ摩耗や刃先摩耗の発生メカニズムの検討から、ダイヤモ

ドペイトの耐摩耗性、耐熱性及び耐酸化性を改善すれば上記摩耗を抑えることができ、工具寿命を延ばすことが可能であり、同時に耐摩耗性が要求される単石ダイヤモンドドレッサー、線引きダイスの寿命を延ばすことになると想え、従来検討されなかった合成ダイヤモンド単結晶の耐摩耗性、耐熱性、耐酸化性と含有不純物、特に窒素とホウ素との関係を詳細に調査研究した。

その結果、合成ダイヤモンド単結晶は、窒素を含有することによって耐摩耗性が向上し、又ホウ素の添加によって無添加のものより耐熱性と耐酸化性が向上することを見い出し、所定量の窒素とホウ素を同時に添加することにより、クレータ摩耗や刃先摩耗のような工具摩耗が少なく、寿命の長いダイヤモンド工具を得るに至ったものである。

例えば、ダイヤモンドペイトでは工具が被削材を切削するときに生じる高温の切り粉が高速で速い面上を飛ぶとき及び刃先部と仕上面

の接触により発生する摩耗熱及び機械的摩耗によるダイヤモンド素材の酸化摩耗を防止することにより工具摩耗を小さく抑え寿命を長くすることに成功したものである。

すなわち、本発明は工具を構成する合成ダイヤモンド単結晶がホウ素またはホウ素と窒素を含むことを特徴とするダイヤモンド工具を提供するものであり、一般にはホウ素を0.1~500 ppm、窒素を1~500 ppm 含有させ、特にホウ素を0.1~100 ppm、窒素を3~100 ppm 含有することが好ましい。

こうして、この発明は合成ダイヤモンド単結晶に窒素を1 ppm ~ 500 ppm 含有させることによりダイヤモンド単結晶素材の耐摩耗性を向上させ及びホウ素を0.1~500 ppm の範囲で含有させることによって、耐熱性及び耐酸化性を向上させ、工具の長寿命化を図ったものである。

尚、窒素含有量が1 ppm 未満では耐摩耗性が少なく又、ホウ素含有量が0.1 ppm 未満では耐

特開平3-228504(4)

熱性及び耐酸化性が少なく、工具の長寿命化に効果が認められず、一方、窒素含有量が500 ppm を越えれば、耐摩耗性が低下し、一方、ホウ素含有量が500 ppm を越えると、合成ダイヤモンド単結晶が脆くなり、刃先の加工が困難となる。このことから窒素含有量は1 ppm ~ 500 ppm 、ホウ素含有量は0.1 ppm ~ 500 ppm の範囲が適当であることを決定した。

耐摩耗性の向上は窒素含有量が1 ppm ~ 500 ppm の範囲で認められるが、本発明のより好ましい実施態様では以下の理由により3 ppm ~ 100 ppm の範囲とする。窒素含有量を3 ppm 未満とするためには、窒素の混入を抑える窒素ゲッターの存在によりダイヤモンドの成長速度が大幅に低下し、製造コストが五倍以上となって不経済である。窒素含有量が100 ppm を越えると、溶媒金属が不純物としてダイヤモンド単結晶中に取り込まれやすくなるため、バイト用として良質なダイヤモンド単結晶が得難い。これは又、バイトとなる良質なダイヤモンド單

結晶の歩留が低下することであり、経済的にはやはり製造コストが三~十倍となって不経済である。

耐熱性及び耐酸化性に関しては、ホウ素含有量が0.1 ppm ~ 500 ppm の範囲で効果が認められる。ホウ素含有量が500 ppm を越えるとダイヤモンド単結晶が脆くなってしまって刃先の加工が困難になるが、100 ppm を超えた段階で窒素の場合と同様に溶媒金属が不純物としてダイヤモンド単結晶中に取り込まれやすくなるため、バイト用として良質なダイヤモンド単結晶が得難くなり、又歩留低下により製造コストが三~十倍となるので、本発明のより好ましい実施態様ではホウ素含有量を0.1 ppm ~ 100 ppm 、さらに好ましくは10 ~ 100 ppm とする。

なお本発明において、ホウ素の定量は、イオン質量分析器(SIMS)を用い、ダイヤモンドに露呈もしくはアルゴンイオンを照射することによってイオンを発生させ、このイオンを質量分析にかけることにより行なう。

切削工具を金属材料用に使用する場合は、切削工具と被削材との接点で温度が非常に高くなるので前記したような耐摩耗性の他に、被削材料との反応性が低いことが望ましい。また研磨工具としてはダイスなどに利用できるが、このような用途では通常鋼筋材などを用いるため、常温に近い温度で使用されるので、低温での耐摩耗性が特に重要である。一方ドレッサーは、通常砥石等の硬度の高い物質を含有する材料を切削する。通常この種の硬度の高い物質は微細な粉末を含有するものなので、ドレッサーは微少な破壊が起り、ついに使用不可能になる。

従ってドレッサーに適したダイヤモンドは微少破壊に強い材料であることが必要である。

本発明のダイヤモンド単結晶は上記したような種々の特性を充分満足するものであることがわかった。

【実施例】

以下本発明を実施例により詳細に説明する。

実施例1

窒素を100 ppm 及びホウ素を300 ppm 含有させた合成ダイヤモンド単結晶、窒素を100 ppm 含有しホウ素を含有しない合成ダイヤモンド単結晶、窒素を含有せず、ホウ素を300 ppm 含有する合成ダイヤモンド単結晶及び窒素もホウ素も含有しない合成ダイヤモンド単結晶の4種類のものを素材に用いて第1回(4)、(5)に示すようにすくい角θが0°、逃げ角αが5°、刃幅λが1.2 mm、すくい面3の方位(110)面、刃先方向<100>の超精密バイトを作成した。これらバイトを用いて、アルミニウム合金A5086からなる外径φ150 mm、内径φ20 mm、厚さ30 mmの被削材の端面を切削速度113 m/min (内径) ~ 848 m/min (外径)、切込み0.01 mm、送り0.03 mm/rev の条件で湿式旋削を行ない、被削面の面粗度が0.04 μm Raexとなつたところでバイトとしての工具寿命と判定した。テストの結果を第1表に示した。

試験回数	ホウ素含有量(ppm)	寿命に至るまでの切削距離(km)							
		400	420	440	460	480	500	520	540
1	100ppm	150	600	600	700	850	850	900	910
2	100ppm	480	610	620	590	450	580	580	580
3	100ppm及び200ppm混合	880	880	1010	930	1080	960	960	960
平均		—	2	3	—	5	5	5	5

第2表

	寿命に至るまでの切削距離(km)	
	ホウ素10ppm含有	ホウ素含有せず
1	1250	530
2	1000	320
3	1430	290
4	1320	480
5	1150	410
平均	1230	406

実施例3

ホウ素を100ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶を素材とするダイヤモンドバイトを用いて、第3図(a)、(b)に示すようなすくい角θ2°、逃げ角α5°、刃幅d1.2mm、すくい面方位(100)面、刃先方向<110>の超精密バイトを作成した。このバイトを用いてアルミニウム合金A5086からなる外径φ150mm、内径φ20mm、厚さ30mmの被削材の端面を切削速度113m/min(内径)～848m/min(外径)、切込み0.005mm、送り0.02mm/revの条件で粗式旋削を行ない、被削面の面粗度が0.2μmRaとなったところでバイトとしての工具寿命と判定した。テストの結果を第2表に示した。

実施例2

ホウ素を10ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶を素材とするダイヤモンドバイトを用いて、第2図(a)、(b)に示すようなすくい角θ2°、逃げ角α5°、ノーズR1mm、すくい面3の方位(100)面、刃先方向<100>の精密バイトを作成した。これらバイトを用いて鉄鋼板からなる外径φ150mm、内径φ20mm、厚さ10mmの被削材の端面を切削速度113m/min(内径)～848m/min(外径)、切込み0.005mm、送り0.02mm/revの条件で粗式旋削を行ない、被削面の面粗度が0.2μmRaとなったところでバイトとしての工具寿命と判定した。テストの結果を第2表に示した。

(外径)、切込み0.01mm、送り0.03mm/revの条件で、200回の粗式旋削を行ない、第4図に示す刃先部の摩耗△τとすくい面のクレータ摩耗の深さ△αを測定した。テストの結果は第3表に示した。

第3表

	バイト刃先摩耗量(μm)			
	ホウ素100ppm含有		ホウ素含有せず	
	△τ	△α	△τ	△α
1	0.05	0.1	0.30	1.5
2	0.07	0.2	0.45	1.9
3	0.08	0.1	0.32	3.0
4	0.10	0.3	0.21	1.8
5	0.09	0.3	0.29	2.7
平均	0.07	0.2	0.31	2.2

実施例4

ホウ素を0.05ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶を素材とするダイヤモンドバイトを用いて、第3図に示すようなすくい角θ2°、

第4表

	寿命に至るまでの切削距離 (km)	
	ホウ素0.05ppm含有	ホウ素含有せず
1	530	480
2	580	450
3	460	290
4	380	580
5	550	600
平均	500	480

実施例5

窒素を1.0 ppm、ホウ素を1 ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶、窒素を0.5 ppm、ホウ素を1 ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶、窒素を1.0 ppm、ホウ素を0.05 ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶及び窒素を0.5 ppm、ホウ素を0.05 ppm含有させた合成ダイヤモンド単結晶の4種類のものを基材に用いて、第2図(a)、(b)に示すようなすくい角θ2°、逃げ角α5°、ノーズR1 mm、すくい面3の方位

逃げ角α5°、刃幅2.1.2 mm、すくい面方位(100)面、刃先方向<110>の超精密バイトを作成した。このバイトを用いて無酸素鋼からなる外径φ150 mm、内径φ20 mm、厚さ10 mmの被削材の端面を切削速度113 m/min(内径)～848 m/min(外径)、切込み0.01 mm、送り0.02 mm/revの条件で、湿式切削を行ない被削面の面粗度が0.03 μm Ra_{max}となったところで、バイトとしての工具寿命と判定した。テストの結果は第4表に示した。

(100)面、刃先方向<100>の超精密バイトを作成した。これらバイトを用いて無酸素鋼からなる外径φ150 mm、内径φ20 mm、厚さ10 mmの被削材の端面を切削速度113 m/min(内径)～848 m/min(外径)、切込み0.005 mm、送り0.02 mm/revの条件で湿式旋削を行ない、被削面の面粗度が0.2 μm Ra_{max}となったところでバイトとしての工具寿命と判定した。テストの結果を第5表に示した。

	寿命に至るまでの切削距離 (km)									
	窒素1.0ppm及びホウ素1.0ppm含有		窒素0.5ppm及びホウ素0.5ppm含有		窒素0.05ppm及びホウ素0.05ppm含有		窒素0.05ppm含有せず		ホウ素0.05ppm含有せず	
1	1450	720	1200	1130	1130	1080	1210	1050	1000	1000
2	1290	650	1140	1080	1080	1050	1110	1050	1000	1000
3	1320	830	1200	1170	1170	1150	1230	1150	1100	1100
4	1260	800	1170	1140	1140	1120	1200	1140	1100	1100
5	1410	180	1170	1150	1150	1130	1230	1150	1100	1100
平均	1382	756	1186	1126	1126	1106	1202	1126	1100	1100

実施例 6

窒素を 50 ppm、ホウ素を 100 ppm 含有させた合成ダイヤモンド単結晶、窒素を 50 ppm、ホウ素を 0.05 ppm 含有させた合成ダイヤモンド単結晶、窒素を 0.5 ppm、ホウ素を 100 ppm 含有させた合成ダイヤモンド単結晶及び窒素を 0.5 ppm、ホウ素を 0.05 ppm 含有させた合成ダイヤモンド単結晶の 4 種類のものを素材に用いて、第 3 図 (a)、(b) に示すようなすくい角 $\beta = 2^\circ$ 、逃げ角 $\alpha = 5^\circ$ 、刃幅 $2.1.2 \text{ mm}$ 、すくい面方位 (100) 面、刃先方向 <110> の超精密バイトを作成した。このバイトを用いてアルミニウム合金 A5086 からなる外径 150 mm 、内径 20 mm 、厚さ 30 mm の被削材の端面を切削速度 113 m/min (内径) ~ 848 m/min (外径)、切込み 0.01 mm 、送り 0.03 mm/rev の条件で、 200 nm の粗式旋削を行ない、第 4 図に示す刃先部の摩耗 ΔT とすくい面のクレータ摩耗の深さ $\Delta \alpha$ を測定した。テストの結果は第 6 表に示した。

第 6 表

バイト	刃先摩耗量 (nm)							
	窒素 50 ppm 含有 ホウ素 0.05 ppm 合成 ダイヤモンド		窒素 100 ppm 含有 ホウ素 0.05 ppm 合成 ダイヤモンド		窒素 0.5 ppm 含有 ホウ素 100 ppm 合成 ダイヤモンド		窒素 0.5 ppm 含有 ホウ素 0.05 ppm 合成 ダイヤモンド	
	ΔT	$\Delta \alpha$	ΔT	$\Delta \alpha$	ΔT	$\Delta \alpha$	ΔT	$\Delta \alpha$
1	0.03	0.08	0.16	0.92	0.05	0.11	0.26	1.3
2	0.06	0.15	0.23	0.73	0.07	0.23	0.40	1.6
3	0.05	0.09	0.12	0.88	0.06	0.13	0.39	1.3
4	0.03	0.23	0.10	0.52	0.10	0.36	0.18	1.5
5	0.06	0.21	0.17	1.23	0.09	0.34	0.25	2.0
平均	0.05	0.16	0.16	0.85	0.07	0.23	0.20	2.2

を夫々第 7 表に示した。

実施例 7

下記第 7 表に示すように、窒素とホウ素の含有量を変えた 5 種類の合成ダイヤモンド単結晶を素材として、第 1 図に示す如く逃げ角 $\alpha = 5^\circ$ 、すくい角 $\beta = 0^\circ$ 、刃先部 7 の刃幅 $2.1.2 \text{ mm}$ 、刃先部 7 両端の $R 0.4 \text{ mm}$ であり、すくい面 3 の方位 (110) 面、刃先方向 <100> の超精密ダイヤモンドバイト 2 を作製した。

各ダイヤモンドバイト 2 を使用して、Al 合金 A5086 からなる外径 150 mm 、内径 20 mm 、厚さ 30 mm の被削材の端面を、切削速度 113 m/min (内径) ~ 848 m/min (外径)、切込み 0.01 mm 、送り 0.03 mm/rev の条件で粗式旋削を行ない、被削面の面粗さ R_{max} が $0.04 \mu\text{m}$ となった時点を工具寿命と判定した。

各試料について、夫々 5 個のダイヤモンドバイトが工具寿命に至るまでの切削距離とその平均、並びに各ダイヤモンドバイトの原石とした合成ダイヤモンド単結晶の製造コストを本発明の一例である試料①を基準にして比較した結果

第7表

試料	寿命に至るまでの切削距離 (mm)						コスト 比較
	1	2	3	4	5	平均	
N 30 ppm	1050	1110	960	920	994	1	
① B 50 ppm							
N 100 ppm	990	930	1010	980	1080	980	6
② B 300 ppm							
N 200 ppm	520	410	470	620	530	516	9
③ B 0.05 ppm							
N 合成せず	520	570	650	630	570	588	8
④ B 50 ppm							
N 合成せず	400	430	490	250	300	374	10
⑤ B 合成せず							

実施例 8

下記第8表に示すように、窒素とホウ素の含有量を変えた5種類の合成ダイヤモンド単結晶を被材として、第2図に示す如く逃げ角 $\alpha = 5^\circ$ 、すくい角 $\beta = 2^\circ$ 、刃先部7のノーズR 1 mmであり、すくい面3の方位(100)面、刃先方向<100>の超精密ダイヤモンドバイト2を作製した。

各ダイヤモンドバイト2を使用して、無電導鋼からなる外径150 mm、内径20 mm、厚さ1.0 mmの被削材の端面を、切削速度113 m/min(内径)～848 m/min(外径)、切込み0.005 mm、送り0.02 mm/revの条件で溝式旋削を行ない、被削面の面粗さRa_{ave}が0.2 μmとなった時点を工具寿命と判定した。

各試料について、夫々5個のダイヤモンドバイトが工具寿命に至るまでの切削距離とその平均、並びに実施例7と同様に各合成ダイヤモンド単結晶の製造コストを本発明の一例である試料⑥を基準にして比較した結果を夫々第8表に示した。試料⑥について含有不純物の測定結果

を第9表に示した。

第8表

試料	寿命に至るまでの切削距離 (mm)						コスト 比較
	1	2	3	4	5	平均	
N 10 ppm	1150	1290	1320	1280	1410	1382	1
① B 1 ppm							
N 0.5 ppm	480	530	620	380	470	486	6
② B 800 ppm							
N 0.5 ppm	510	210	300	450	400	500	8
③ B 0.05 ppm							
N 800 ppm	280	230	350	140	190	238	9
④ B 800 ppm							
N 300 ppm	980	1400	1250	1210	1150	1216	4
⑤ B 0.2 ppm							

第 9 表

含有不純物	含有量
窒素	10 ppm
ホウ素	1 ppm
鉄	1 ppm
ニッケル	10 ppm
ケイ素	0.5 ppm
コバルト	0.1 ppm

実施例 9

下記第 10 表に示すように、窒素とホウ素の含有量を変えた 5 種類の合成ダイヤモンド単結晶を素材として、第 3 図に示す如く傾け角 $\alpha = 5^\circ$ すくい角 $\beta = 0^\circ$ 、刃先部 7 の刃幅 $2.1.2$ mm であり、すくい面 3 の方位 (100) 面、刃先方向 <100> の超精密ダイヤモンドバイト 2 を作製した。

各ダイヤモンドバイト 2 を使用して、実施例 7 と同じ被削材の端面を、同一切削条件で湿式切削を行ない、各 5 個の試料について切削距離 200 mm の時点での第 4 図に示す刃先部 7 の摩耗△とすくい面 3 のクレータ摩耗の深さ△を測定し、その結果並びに実施例 7 と同様に各合成ダイヤモンド単結晶の製造コストを本発明の一例である試料①を基準にして比較した結果を表々第 10 表に示した。

第 9 表とすくい面 3 のクレータ摩耗の深さ△を測定し、その結果並びに実施例 7 と同様に各合成ダイヤモンド単結晶の製造コストを本発明の一例である試料①を基準にして比較した結果を表々第 10 表に示した。

第 10 表

上△T (mm)	下△T (mm)	△R (mm)	スカラム出力		スカラム出力		スカラム出力		スカラム出力	
			5	4	3	2	1	-	5	-
N 5 ppm	0.04	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
B 50 ppm	0.10	0.13	0.22	0.15	0.20	0.19	0.16	0.16	0.16	0.16
N 100 ppm	0.05	0.06	0.04	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
B 100 ppm	0.06	0.06	0.07	0.07	0.14	0.14	0.30	0.16	0.16	0.16
N 200 ppm	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
B 200 ppm	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
N 400 ppm	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
B 400 ppm	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
N 10 ppm	0.28	0.51	0.45	0.48	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41
B 800 ppm	0.71	0.58	0.61	0.67	0.67	0.67	0.71	0.71	0.71	0.71
N 2 ppm	0.04	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
B 800 ppm	0.19	0.15	0.17	0.17	0.13	0.13	0.19	0.19	0.19	0.19
N 0.2 ppm	0.45	0.74	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
B 0.2 ppm	1.02	0.85	1.02	0.85	1.02	0.85	1.10	1.08	1.08	1.08

実施例 10

下記第 11 表に示すように、窒素とホウ素の含有量を変えた 5 種類の合成ダイヤモンド単結晶を素材として、第 8 図に示すような方位で单石ダイヤモンドドレッサーを作成した。各单石ダイヤモンドドレッサーを使用して粒度 400 メッシュの炭化ケイ素砥石をドレッシングを研磨速度 2000 m/min、ドレス切込み 0.02 mm/pass で行ない 500 回ドレッシング後のダイヤモンド摩耗量を測定した。

各試料について、夫々 5 個の单石ダイヤモンドドレッサーの摩耗量及び合成ダイヤモンド単結晶の製造コストを本発明の一例である試料①を基準にして比較した結果を表々第 11 表に示した。

特開平3-228504 (10)

図 11 表

試 料	ダイヤモンド濃度 (×10 ⁻⁴ ppm)						コスト 比較
	1	2	3	4	5	平均	
① N 30 ppm	5.2	3.3	6.5	4.6	4.7	4.7	1
② B 50 ppm	6.5	6.6	5.7	4.4	3.2	6.3	9
③ N 100 ppm	10.1	9.9	11.3	10.7	9.7	10.3	3
④ B 300 ppm	10.1	9.9	11.3	10.7	9.7	10.3	3
⑤ N 200 ppm	10.1	9.9	11.3	10.7	9.7	10.3	3
⑥ B 0.05 ppm	8.7	11.2	9.1	9.6	10.5	9.9	6
⑦ N 合成せず	19.8	14.4	19.5	16.2	16.5	16.5	10
⑧ B 合成せず	19.8	14.4	19.5	16.2	16.5	16.5	10

図 12 表

試 料	伸 縫 濃 度 (kg)						コスト 比較
	1	2	3	4	5	平均	
N 10 ppm	920	850	1120	967	967	1	
① B 1 ppm	630	490	547	6			
N 0.5 ppm	630	630	490	547	6		
② B 0.05 ppm	630	650	400	493	6		
N 0.5 ppm	620	280	387	8			
③ B 0.05 ppm	350	620	280	387	8		
N 0.05 ppm	800	190	1050	900	4		
④ B 0.05 ppm	800	190	1050	900	4		

【発明の効果】

以上説明したように、この発明のホウ素もしくは留保及びキウ素を含有させた合成ダイヤモンド単結晶工具は留保またはホウ素を含有させないものに比べて耐摩耗性、耐熱性、耐酸化性の点で優れているため、例えばバイトでは切削の際に切り粉との摩擦などによる機械的摩耗、硬化現象に起因するような摩擦が小さく、従って精密バイト、超精密バイトなどの分野で工具摩耗を小さく抑えることにより工具寿命を長くするような用途に利用すると効果的であることが認められた。その他、ドレッサー、鍛引きダイス等においても、機械的接触による工具摩耗、工具と仕上げ面の接触により発生する摩耗によるダイヤモンド素材の酸化を防止することにより工具摩耗を小さく抑え寿命を長くすることができる。

4. 図面の簡単な説明

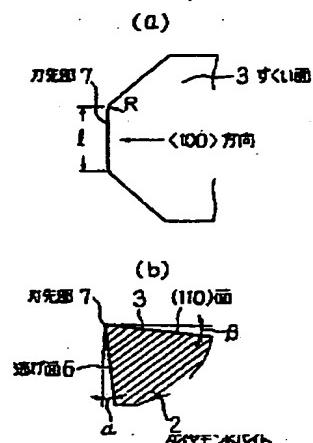
第1図から第3図は本発明に係るダイヤモンドを示し、各図における(1)は平面図及び(2)は断

面図である。第4図は実施例3での摩耗を説明するためのダイヤモンドバイトの断面図である。第5図はダイヤモンドバイトによる切削状態を示す断面図、第6図はクレータ摩耗を、及び第7図は刃先摩耗を夫々示すダイヤモンドバイトの断面図である。第8図は本発明のダイヤモンド結晶を素材としたダイヤモンドドレッサーの方位を示す概念図、第9図は同じく縦引きダイスの概念図である。

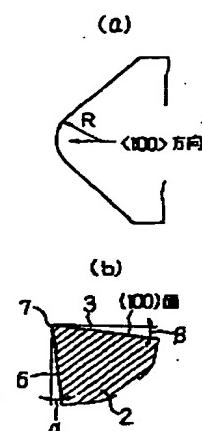
1・・・被削材、2・・・ダイヤモンドバイト、3・・・すくい面、4・・・切削、5・・・クレータ摩耗、6・・・逃げ面、7・・・刃先部、8・・・摩耗した刃先部

代理人 内田 明
代理人 萩原 亮一
代理人 安西 寛夫

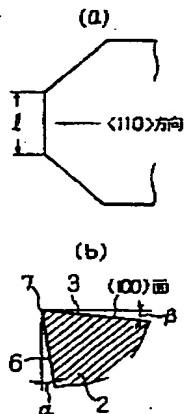
第1図



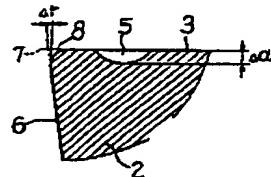
第2図



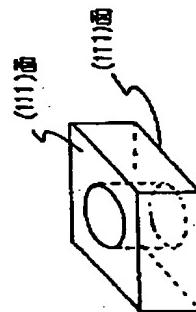
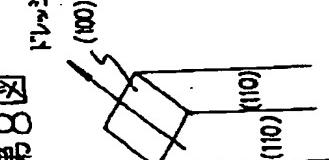
第3図



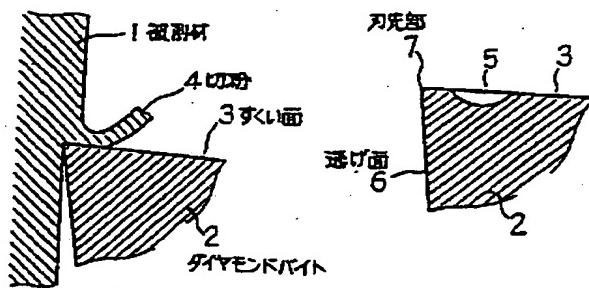
第4図



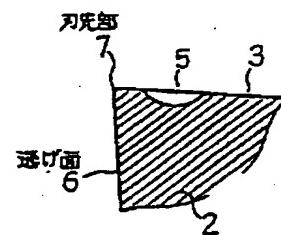
第5図

第6図
ドレッシング方向
(100)面

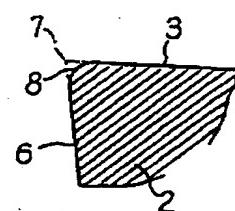
第5図



第6図



第7図



第1頁の続き

優先権主張 ②平1(1989)9月18日③日本(JP)④特願 平1-242628

②平1(1989)11月30日③日本(JP)④特願 平1-311570

⑦発明者 辻 一夫 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内